

New epothilone derivatives useful as cytostatics

Publication number: DE19542986

Publication date: 1997-05-22

Inventor: HOEFLE GERHARD PROF DR (DE); KIFFE MICHAEL DR (DE)

Applicant: BIOTECHNOLOG FORSCHUNG GMBH (DE)

Classification:

- international: A01N43/22; A01N43/78; A01N43/90; C07D277/30; C07D417/06; C07D493/04; C07D493/08; C07D493/18; C07F7/18; A01N43/02; A01N43/72; A01N43/90; C07D277/00; C07D417/00; C07D493/00; C07F7/00; (IPC1-7): C07D493/08; A01N43/90; A61K31/425; C07D417/06; C07D493/18; C07D497/08; C07F7/07; C07F9/655; C07D303/00; C07D315/00; C07D493/08; C07D303/00; C07D315/00; C07D321/00; C07D493/18; C07D303/00; C07D315/00; C07D327/00; C07D487/08; C07D277/24; C07D303/12; C07D417/06; C07D277/24; C07D315/00; C07D417/06

- European: A01N43/22; A01N43/78; A01N43/90; C07D277/30; C07D417/06; C07D493/04; C07D493/08; C07D493/18; C07F7/18C4D4D

Application number: DE19951042986 19951117

Priority number(s): DE19951042986 19951117

Report a data error here

Abstract of DE19542986

Epothilone derivatives of formula (I)-(III) are new. R = H or 1-4C alkyl; (a) R' = Q; X, Y = halo, OH, 1-6C acyloxy, 1-6C alkoxy or benzyloxy; A = H; B = OR¹ and R'' = R²; (b) R' = (i); X+Y = O; A = H, and R''+B = CO), C(S)O, S(O)O, Si(R'')₂O or C(R'')(R'')O; (c) R' = C(=Z)Me or CH(OZ)Me; A = H; B = OR¹; X+Y = O and R'' = R²; (d) R' = (i); A+B = bond; and X+Y = O. Z = O, NOR⁴, N-NR⁴R⁵ or N-NHCONR⁴R⁵; Z' = H, 1-18C alkyl, 1-18C acyl, benzyl, benzoyl or cinnamoyl; Q = a group of formula (i); and R¹-R⁵ = H, 1-6C alkyl, 1-6C acyl benzoyl, 1-4C trialkylsilyl, or benzyl or phenyl (both optionally substituted by 1-6C alkoxy, 6C alkyl, OH and halo).

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

⑤ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 42 986 A 1**

⑲ Aktenzeichen: 195 42 986.9
⑳ Anmeldetag: 17. 11. 95
㉑ Offenlegungstag: 22. 5. 97

⑮ Int. Cl. P:
C 07 D 493/08
C 07 D 493/18
C 07 D 417/06
C 07 D 497/08
C 07 F 7/07
A 61 N 43/50
C 07 F 9/655
A 61 K 31/425

DE 195 42 986 A 1

// (C 07 D 483/08, 203:00, 315:00) (C 07 D 483/18, 303:00, 315:00, 321:00) (C 07 D 497/08, 303:00, 315:00, 327:06)
(C 07 D 417/08, 277:24, 303:12) (C 07 D 417/08, 277:24, 315:00)

⑦ Anmelder:
Gesellschaft für Biotechnologische Forschung mbH
(GBF), 38124 Braunschweig, DE

⑧ Vertreter:
Patentsanwälte Dr. Boelers, Bauer, Dr. Meyer, 81541
München

⑨ Erfinder:
Hölle, Gerhard, Prof. Dr., 38124 Braunschweig, DE;
Kiffe, Michael, Dr., 38124 Braunschweig, DE

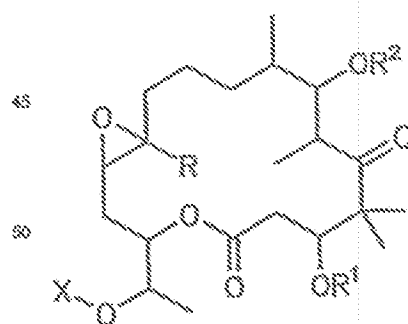
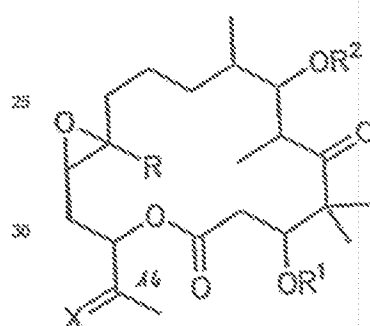
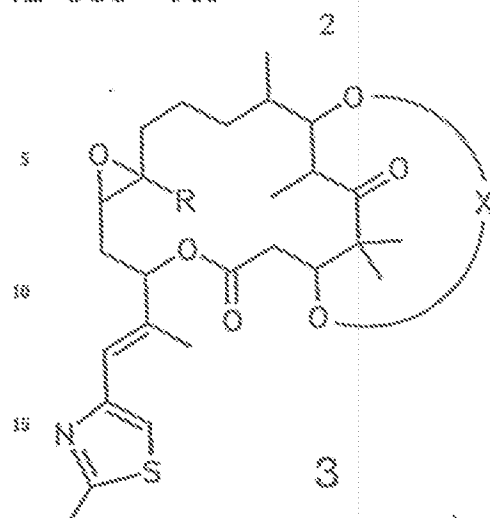
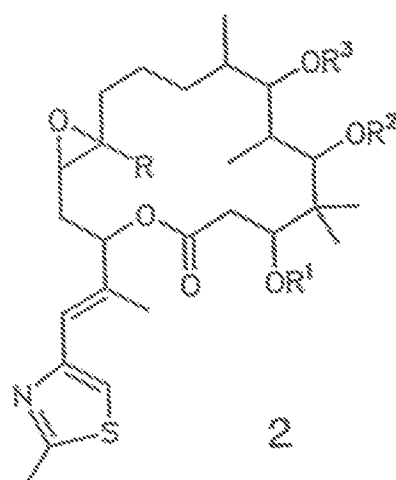
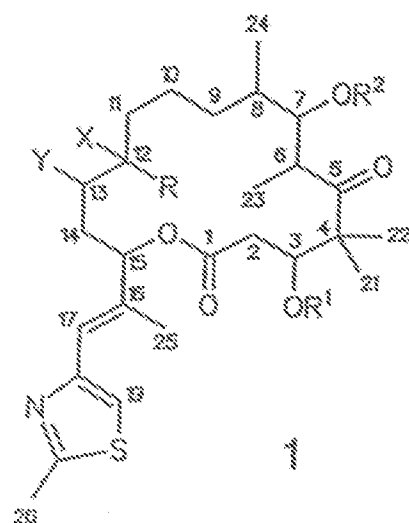
⑥ Epothilone-Derivate und deren Verwendung

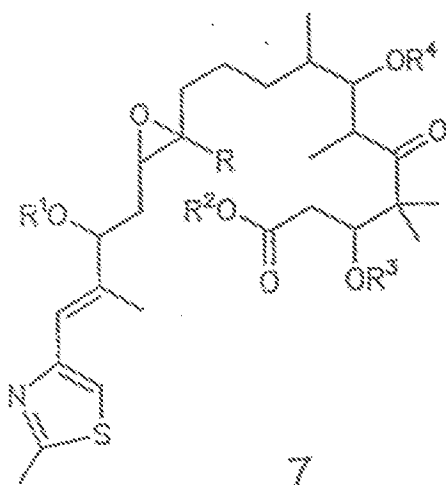
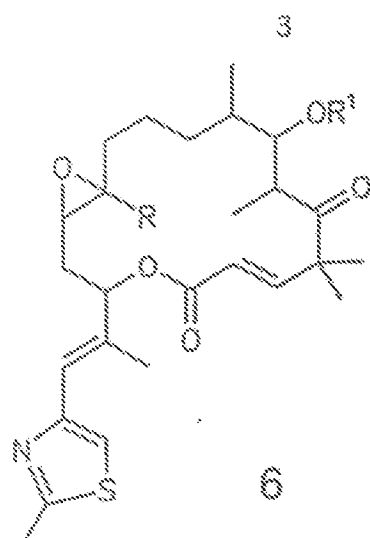
⑦ Die vorliegende Erfindung betrifft Epothilonderivate und deren Verwendung.

DE 195 42 986 A 1

1
Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein Epothilonderivate und deren Verwendung zur Herstellung von Arzneimitteln. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung die Herstellung der Epothilonderivate der nachfolgend dargestellten allgemeinen Formeln 1 bis 7 sowie deren Verwendung zur Herstellung von therapeutischen Mitteln und Mitteln für den Pflanzenschutz.





In den vorstehenden Formeln 1 bis 7 bedeuten:
 R = H, C₁- bis C₆-Alkyl;
 R¹, R², R³, R⁴, R⁵ = H, C₁- bis C₆-Alkyl, C₁- bis C₆-Acyl-
 Benzoyl, C₁- bis C₆-Trialkylsilyl, Benzyl, Phenyl, C₁- bis
 C₆-Alkoxy-, C₁-Alkyl-, Hydroxy- und Halogen-substitu-
 iertes Benzyl bzw. Phenyl;
 wobei auch zwei der Reste R¹ bis R⁵ zu der Gruppierung
 —(CH₂)_n— mit n = 1 bis 6 zusammentreten können
 und es sich bei den in den Resten enthaltenen Alkyl-
 bzw. Acylgruppen um gradkettige oder verzweigte Reste
 handelt.

In der Formel 1 sind X und Y entweder gleich oder
 verschieden und stehen jeweils für Halogen, OH,
 O—(C₁- bis C₆)-Acyl, O—(C₁- bis C₆)-Alkyl, O-Benzoyl.

In der Formel 3 steht X allgemein für —C(O)—,
 —C(S)—, —S(O)—, —CH(R¹)R²—, wobei R¹ und R² die
 Bedeutung haben wie oben angegeben, und —SiR₃, wobei
 R die Bedeutung hat wie oben angegeben.

In der Formel 4 bedeutet X Sauerstoff, NOR³,
 N—NR³R⁴, und N—NHCONR³R⁴, wobei die Reste R³
 bis R⁴ die oben angegebene Bedeutung haben.

In der Formel 5 bedeutet X Wasserstoff, C₁- bis
 C₁₈-Alkyl, C₁- bis C₁₈-Acyl, Benzyl, Benzoyl und Cinnamoyl.

Verbindungen gemäß der allgemeinen Formel 1 sind
 ausgehend von Epothilon A und B sowie von deren 3-O-
 und/oder 7-O-geschützten Derivaten durch Öffnung des
 12,13-Epoxids zugänglich. Werden dazu Hydrogenwas-

serstoffsäuren in einem bevorzugt nicht wässrigen Lö-
 sungsmittel eingesetzt, wobei man die Halogenhydrine
 X = Hal, Y = OH und Y = OH, Y = Hal erhält.
 Protonensäuren wie z.B. Tokuisulfonsäure und Tri-
 fluoressigsäure führen in Gegenwart von Wasser zu
 12,13-Diolen, die anschließend nach Standardverfahren
 acyliert (z.B. mit Carbonsäureanhydriden und Pyridin
 oder Triethylamin/DMAP) oder alkyliert (Alkylhaloge-
 nide und Silberoxid) werden. Die 3- und 7-Hydroxy-
 gruppen können dazu vorübergehend als Formiat (Ab-
 spaltung mit NH₃/MeOH) oder p-Methoxybenzylether
 (Abspaltung mit DDQ) geschützt werden.

Verbindungen gemäß der allgemeinen Formel 2 sind
 aus Epothilon A und B sowie deren 3-O- und/oder
 7-O-geschützten Derivaten durch Reduktion, z.B. mit
 NaBH₄ in Methanol erhältlich. Sind dabei 3-OH und/
 oder 7-OH reversibel geschützt, so können nach Acylier-
 ung oder Alkylierung und Entfernen der Schutzgrup-
 pen 5-O-monosubstituierte, 3,5- oder 5,7-O-disubstitu-
 ierte Derivate der allgemeinen Formel 2 erhalten wer-
 den.

Umsetzungen von Epothilon A und B mit bifunkti-
 onellen elektrophilen Reagenzien, wie (Thio)Phosgen,
 (Thio)Carbonyldimidazol, Thionylchlorid oder Dialkyl-
 silyldichloriden bzw. -bistriflats ergeben Verbindun-
 gen der allgemeinen Formel 3. Als Hilfsbasen dienen
 dabei Pyridin, Trialkylamine, ggf. zusammen mit DMAP
 bzw. 2,6-Lutidin in einem nichtprotischen Lösungsmi-
 tel. Die 3,7-Acetale der allgemeinen Formel 3 entstehen
 durch Umacetalisierung z.B. von Dimethylacetalen in
 Gegenwart eines sauren Katalysators.

Verbindungen gemäß der allgemeinen Formel 4 wer-
 den aus Epothilon A und B oder ihren 3-O- und/oder
 7-O-geschützten Derivaten durch Ozonolyse und re-
 duktive Aufarbeitung, z.B. mit Dimethylsulfid, erhalten.
 Die C-16-Ketone können anschließend nach dem Fach-
 mann geläufigen Standardverfahren in Oxime, Hydra-
 zone oder Semicarbazone umgewandelt werden. Sie
 werden weiterhin durch Wittig-, Wittig-Horner-, Julia-
 oder Petersen-Olefinierung in C-16/C-17-Olefinen über-
 führt.

Durch Reduktion der C-16-Ketogruppe, z.B. mit ei-
 nem Aluminium- oder Borhydrid, sind die 16-Hydrox-
 yderivate gemäß der allgemeinen Formel 5 erhältlich.
 Diese können, wenn 3-OH und 7-OH mit entsprechen-
 den Schutzgruppen versehen sind, selektiv acyliert oder
 alkyliert werden. Die Freisetzung der 3-OH- und 7-OH-
 Gruppen erfolgt z.B. bei O-Formyl durch NH₃/MeOH,
 bei O-p-Methoxybenzyl durch DDQ.

Die Verbindungen der allgemeinen Formel 6 werden
 aus Derivaten von Epothilon A und B erhalten, bei de-
 nen die 7-OH-Gruppe durch Acyl- oder Ethergruppen
 geschützt ist, in dem die 3-OH-Gruppe z.B. formyliert,
 mesyliert oder tosyliert und anschließend durch Be-
 handlung mit einer Base z.B. DBU eliminiert wird. Die
 7-OH-Gruppe kann wie oben beschrieben freigesetzt
 werden.

Verbindungen der allgemeinen Formel 7 werden aus
 Epothilon A und B oder deren 3-OH- und 7-OH-ge-
 schützten Derivaten durch basische Hydrolyse erhalten,
 z.B. mit NaOH in MeOH. Die Carboxylgruppe kann mit
 Diazoalkanen nach Schutz der 19-OH-Gruppe durch
 Alkylierung in Ester umgewandelt werden.

Die Erfindung betrifft ferner Mittel für den Pflanzen-
 schutz in Landwirtschaft, Forstwirtschaft und/oder Gar-
 tenbau, bestehend aus einer oder mehreren der vorste-
 hend aufgeführten Epothilonderivate bzw. bestehend
 aus einem oder mehreren der vorstehend aufgeführten

Epothilonderivate neben einem oder mehreren üblichen Träger(n) und/oder Verdünnungsmittel(n).

Schließlich betrifft die Erfindung therapeutische Mittel, bestehend aus einer oder mehreren der vorstehend aufgeführten Verbindungen oder einer oder mehreren der vorstehend aufgeführten Verbindungen neben einem oder mehreren üblichen Träger(n) und/oder Verdünnungsmittel(n). Diese Mittel können insbesondere cytotoxische Aktivitäten entwickeln und/oder Immunsuppression bewirken, so daß sie besonders bevorzugt als Cytostatika verwendbar sind.

Die Erfindung wird im folgenden durch die Beschreibung von einigen ausgewählten Ausführungsbeispielen näher erläutert und beschrieben.

Beispiele

Verbindung 1a

20 mg (0.041 mmol) Epothilon A werden in 1 ml Aceton gelöst, mit 50 µl (0.649 mmol) Trifluoressigsäure versetzt und über Nacht bei 50°C gerührt zur Aufarbeitung wird das Reaktionsgemisch mit 1 M Phosphatpuffer pH 7 versetzt und die wäßrige Phase viermal mit Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden mit gesättigter Natriumchlorid-Lösung gewaschen, über Natriumsulfat getrocknet und vom Lösungsmittel befreit. Die Reinigung des Rohproduktes erfolgt mit Hilfe der präparativen Schichtchromatographie (Laufmittel: Dichlormethan/Aceton, 85 : 15).

Ausbeute: 4 mg (19%) Isomer I; 4 mg (19%) Isomer II

Isomer I:

Rf (Dichlormethan/Aceton, 85 : 15): 0.46
IR (Film): ν = 3440 (s, br, Sch), 2946 (s, Sch), 1725 (vs, Sch), 1462 (m), 1381 (w), 1265 (m), 1194 (w), 972 (m, br, Sch) cm^{-1} .
MS (20/70 ev): m/e (%) = 493 (43 [M-H₂O]⁺), 394 (47), 306 (32), 206 (30), 181 (40), 166 (72), 139 (100), 113 (19), 71 (19), 57 (24), 43 (24).
Hochauflösung: C₂₆H₃₈O₆NS
ber.: 493.2498 für [M-H₂O]⁺
gef.: 493.2478

Isomer II:

Rf (Dichlormethan/Aceton 85 : 15): 0.22.
IR (Film): ν = 3484 (s, b, Sch), 2942 (vs, Sch), 1727 (vs), 1570 (w), 1456 (m), 1380 (m), 1265 (s), 1190 (w), 1069 (m), 975 (w) cm^{-1} .
MS (20/70 ev): m/e (%) = 493 (21 [M-H₂O]⁺), 394 (12), 306 (46), 206 (37), 181 (63), 166 (99), 139 (100), 113 (21), 71 (23), 57 (33), 43 (28).
Hochauflösung: C₂₆H₃₈O₆NS
ber.: 493.2498 für [M-H₂O]⁺
gef.: 493.2475

Verbindung 1b

55 mg (0.111 mmol) Epothilon A werden in 0.5 ml Tetrahydrofuran gelöst, mit 0.5 ml 1 N Salzsäure versetzt und 30 Minuten bei Raumtemperatur gerührt. Anschließend wird mit 1 N Phosphatpuffer pH 7 versetzt und die wäßrige Phase viermal mit Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden mit gesättigter Natriumchlorid-Lösung gewaschen, über Natriumsulfat getrocknet und vom Lösungsmittel befreit. Die Rein-

gung des Rohproduktes erfolgt mit Hilfe der präparativen Schichtchromatographie (Laufmittel: Dichlormethan/Methanol, 90 : 10).

Ausbeute: 19 mg (32%)

Rf (Dichlormethan/Methanol, 90 : 10): 0.46.

IR (Film): ν = 3441 (s, br, Sch), 2946 (s, Sch), 1725 (vs, Sch), 1462 (m), 1381 (w), 1265 (m), 1194 (w), 972 (m, br, Sch) cm^{-1} .

UV (Methanol): λ_{max} (lg ϵ) = 210 (4.29), 248 (4.11) nm.

MS (20/70 ev): m/e (%) = 529 (13 [M⁺]), 494 (10), 342 (36), 306 (23), 194 (32), 164 (100), 140 (31), 113 (15), 57 (16).

Hochauflösung: C₂₆H₄₀O₆ClNS

ber.: 529.2263 für [M⁺]

gef.: 529.2280

Verbindung 1c

25 mg (0.047 mmol) 12-Chlor-13-hydroxy-epothilon A (1b) werden in 1 ml Dichlormethan gelöst, mit 29 mg (0.235 mmol) Dimethylaminopyridin, 151 µl (1.061 mmol) Triethylamin und 20 µl (0.517 mmol) 98%iger Ameisensäure versetzt. Das Reaktionsgemisch wird mit Eis/Natriumchlorid abgekühlt. Nach Erreichen von -15°C werden dem Reaktionsgemisch 40 µl (0.423 mmol) Essigsäureanhydrid zugegeben und 70 Minuten bei -15°C gerührt. Nach dem ein Dünnschichtchromatogramm keinen vollständigen Umsatz anzeigt, werden dem Reaktionsgemisch weitere 6 mg (0.047 mmol) Di-methylaminopyridin, 7 µl (0.047 mmol) Triethylamin, 2 µl 98%ige Ameisensäure (0.047 mmol) und 4 µl (0.047 mmol) Essigsäureanhydrid zugesetzt und 60 Minuten gerührt.

Zur Aufarbeitung wird das Reaktionsgemisch auf Raumtemperatur erwärmt, mit 1 M Phosphatpuffer pH 7 versetzt und die wäßrige Phase viermal mit Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden mit gesättigter Natriumchlorid-Lösung gewaschen, über Natriumsulfat getrocknet und vom Lösungsmittel befreit.

Die Reinigung des Rohproduktes erfolgt mit Hilfe der präparativen Schichtchromatographie (Laufmittel: Dichlormethan/Aceton, 90 : 10).

Ausbeute 1c: 5 mg (18%).

Verbindung 1c

Rf (Dichlormethan/Aceton 90 : 10): 0.67.
IR (Film): ν = 3497 (w, b, Sch), 2940 (s, b, Sch), 1725 (vs), 1468 (m, b, Sch), 1379 (m), 1265 (s), 1253 (s), 1175 (vs), 972 (m, b, Sch), 737 (s) cm^{-1} .
MS (20/70 ev): m/e (%) = 613 (9 [M⁺]), 567 (43), 472 (63), 382 (23), 352 (21), 164 (100), 151 (33), 96 (31), 69 (17), 44 (36).
Hochauflösung: C₂₉H₄₀O₆NSCl
ber.: 613.2112 für [M⁺]
gef.: 613.2131

Verbindung 1d

10 mg (0.020 mmol) Epothilon 3 werden in 0.5 ml Tetrahydrofuran gelöst, mit 0.5 ml 1 N Salzsäure versetzt und 30 Minuten bei Raumtemperatur gerührt. Anschließend wird mit 1 M Phosphatpuffer pH 7 versetzt und die wäßrige Phase viermal mit Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden mit gesättigter Natriumchlorid-Lösung gewaschen, über Natriumsulfat getrocknet und vom Lösungsmittel befreit. Die Rein-

gung des Rohproduktes erfolgt mit Hilfe der präparativen Schichtchromatographie (Laufmittel: Dichlormethan/Aceton, 85 : 15).

Ausbeute: 1 mg (9%).

Rf (Dichlormethan/Aceton 85 : 15): 0.38.

MS (20/70 ev): m/e (%) = 543 (3 [M⁺]), 507 (14), 320 (19), 234 (9), 194 (17), 182 (23), 164 (100), 140 (22), 113 (14), 71 (13).

Hochauflösung: C₂₆H₄₂O₆NSCl

ber.: 543.2421 für [M⁺]

gef.: 543.2405

Verbindung 2a

100 mg (0.203 mmol) Epothilon A werden in 4 ml Tetrahydrofuran/1 M Phosphatpuffer pH 7 (1 : 1) gelöst und solange mit Natrium-borhydrid (150 mg 3.965 mmol) versetzt bis das Edukt laut Dünnschichtchromatogramm vollständig abgereagert ist. Anschließend wird mit 1 M Phosphatpuffer pH 7 verdünnt und die wässrige Phase viermal mit Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden mit gesättigter Natriumchlorid-Lösung gewaschen, über Natriumsulfat getrocknet und vom Lösungsmittel befreit.

Die Reinigung des Rohproduktes erfolgt durch Kieselchromatographie (Laufmittel: Dichlormethan/Aceton, 95 : 5 — grad — nach Dichlormethan/Aceton, 85 : 15).

Ausbeute: (20%).

Rf (Dichlormethan/Aceton 75 : 25): 0.27.

IR (Film): ν = 3413 (s, b, Sch), 2965 (vs, Sch), 1734 (vs), 1458 (m, b, Sch), 1383 (m, Sch), 1264 (s, b, Sch), 1184 (m, b, Sch), 1039 (s, Sch), 966 (s), 885 (w), 737 (m) cm⁻¹.

MS (20/70 ev): m/e (%) = 495 (6 [M⁺]), 477 (8), 432 (12), 394 (9), 364 (16), 306 (49), 194 (19), 178 (35), 164 (100), 140 (40), 83 (21), 55 (27).

Hochauflösung: C₂₆H₄₁O₆NS

ber.: 495.2655 für [M⁺]

gef.: 495.2623

Verbindung 3a—d (a—d sind Stereoisomere)

100 mg (0.203 mmol) Epothilon werden in 3 ml Pyridin gelöst, mit 50 μ (0.686 mmol) Thionylchlorid versetzt und 15 Minuten bei Raumtemperatur gerührt. Anschließend wird mit 1 M Phosphatpuffer pH 7 versetzt und die wässrige Phase viermal mit Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden mit gesättigter Natriumchlorid-Lösung gewaschen, über Natriumsulfat getrocknet und vom Lösungsmittel befreit. Die Reinigung des Rohproduktes und Trennung der vier Stereoisomeren 3a—d erfolgt mit Hilfe der präparativen Schichtchromatographie (Laufmittel: Toluol/Methanol, 90 : 10).

Verbindung 3a

Ausbeute: 4 mg (12%).

Rf (Toluol/Methanol 90 : 10): 0.50.

IR (Film): ν = 2961 (m, b, Sch), 1742 (vs), 1701 (vs), 1465 (m, Sch), 1389 (m, Sch), 1238 (s, Sch), 1210 (vs, Sch), 1011 (s, Sch), 957 (s, b, Sch), 808 (m, Sch), 788 (s, Sch) cm⁻¹.

UV (Methanol): λ_{\max} (lg ϵ) = 210 (4.50), 248 (4.35) nm.

MS (20/70 ev): m/e (%) = 539 (40 [M⁺]), 457 (22), 362 (16), 316 (27), 222 (30), 178 (30), 164 (100), 151 (43), 96 (38), 69 (29), 55 (28), 43 (20).

Hochauflösung: C₂₆H₄₁O₇NS₂

ber.: 539.2011 für [M⁺]

Verbindung 3b

Ausbeute: 14 mg (13%).

Rf (Toluol/Methanol 90 : 10): 0.44.

IR (Film): ν = 2963 (s, br, Sch), 1740 (vs), 1703 (s), 1510 (w), 1464 (m, br, Sch), 1389 (m, Sch), 1240 (s, br, Sch), 1142 (m), 1076 (w), 1037 (w), 1003 (m), 945 (s, br, Sch), 806 (m, Sch), 775 (s), 737 (m) cm⁻¹.

UV (Methanol): λ_{\max} (lg ϵ) = 211 (4.16), 250 (4.08) nm.

MS (20/70 ev): m/e (%) = 539 (27 [M⁺]), 475 (17), 322 (41), 306 (67), 222 (16), 206 (17), 194 (19), 178 (32), 164 (100), 151 (33), 125 (18), 113 (15), 96 (39), 81 (23), 64 (58), 57 (42), 41 (19).

Hochauflösung: C₂₆H₄₁O₇NS₂

ber.: 539.2011 für [M⁺]

gef.: 539.1998

Verbindung 3c

Ausbeute: 4 mg (4%).

Rf (Toluol/Methanol 90 : 10): 0.38.

MS (20/70 ev): m/e (%) = 539 (51 [M⁺]), 322 (22), 306 (33), 222 (36), 178 (31), 164 (100), 151 (41), 96 (25), 81 (20), 69 (26), 55 (25), 41 (25).

Hochauflösung: C₂₆H₄₁O₇NS₂

ber.: 539.2011 für [M⁺]

gef.: 539.2001

Verbindung 3d

Ausbeute: 1 mg (1%).

Rf (Toluol/Methanol 90 : 10): 0.33.

MS (20/70 ev): m/e (%) = 539 (69 [M⁺]), 322 (35), 306 (31), 222 (41), 178 (31), 164 (100), 151 (46), 96 (31), 81 (25), 69 (34), 55 (33), 41 (35).

Hochauflösung: C₂₆H₄₁O₇NS₂

ber.: 539.2011 für [M⁺]

gef.: 539.1997

Verbindung 4a

10 mg (0.020 mmol) Epothilon A werden in 2 ml Dichlormethan gelöst, auf -70°C abgekühlt und anschließend 5 Minuten mit Ozon bis zur schwachen Blaufärbung behandelt. Das resultierende Reaktionsgemisch wird anschließend mit 0.5 ml Dimethylsulfid versetzt und auf Raumtemperatur erwärmt. Zur Aufarbeitung wird das Reaktionsgemisch vom Lösungsmittel befreit und schließlich durch präparative Schichtchromatographie (Laufmittel: Dichlormethan/Aceton/Methanol, 85 : 10 : 5) gereinigt.

Ausbeute: 5 mg (64%).

Rf (Dichlormethan/Aceton/Methanol 85 : 10 : 5): 0.61.

IR (Film): ν = 3468 (s, br, Sch), 2947 (s, br, Sch), 1734 (vs, Sch), 1458 (w), 1380 (w), 1267 (w), 1157 (w), 1080 (w), 982 (w) cm⁻¹.

UV (Methanol): λ_{\max} (lg ϵ) = 202 (3.53) nm.

MS (20/70 ev): m/e (%) = 398 (2 [M⁺]), 380 (4), 267 (14).

249 (17), 211 (20), 193 (26), 171 (34), 139 (34), 111 (40), 96 (100), 71 (48), 43 (50).
Hochauflösung: $C_{27}H_{37}O_6NS$
ber.: 398.2305 für $[M^+]$
gef.: 398.2295

Verbindung 6a

10 mg (0.018 mmol) 3,7-Di-O-formyl-epothilon A werden in 1 ml Dichlormethan gelöst, mit 27 μ l (0.180 mmol) 1,8-Diazabicyclo[5.4.0]undec-7-en (DBU) versetzt und 60 Minuten bei Raumtemperatur gerührt.

Zur Aufarbeitung wird das Reaktionsgemisch mit 1 M Natriumdihydrogenphosphat-Puffer pH 4.5 versetzt und die wässrige Phase viermal mit Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden mit gesättigter Natriumchlorid-Lösung gewaschen, über Natriumsulfat getrocknet und vom Lösungsmittel befreit.

Nach Beseitigung des Lösungsmittels wird das resultierende Rohprodukt in 1 ml Methanol gelöst, mit 200 μ l einer ammoniakalischen Methanollösung (2 mmol NH_3 /ml Methanol) versetzt und über Nacht bei Raumtemperatur gerührt. Zur Aufarbeitung wird das Lösungsmittel im Vakuum entfernt.

Ausbeute: 4 mg (22%).

Rf (Dichlormethan/Aceton 85 : 15): 0.46.

IR (Film): ν = 3445 (w, br, Sch), 2950 (vs, br, Sch), 1717 (vs, Sch), 1644 (w), 1466 (m, Sch), 1370 (m, Sch), 1267 (s, br, Sch), 1179 (s, Sch), 984 (s, Sch), 860 (w), 733 (m) cm^{-1} .

UV (Methanol): λ_{max} (lg ϵ) = 210 (4.16) nm.

MS (20/70 ev): m/e (%) = 475 (28 $[M^+]$), 380 (21), 322 (37), 318 (40), 304 (66), 178 (31), 166 (100), 151 (29), 140 (19), 96 (38), 81 (20), 57 (26).

Hochauflösung: $C_{28}H_{37}O_6NS$

ber.: 475.2392 für $[M^+]$

gef.: 475.2384

Verbindung 6b

50 mg (0.091 mmol) 3,7-Di-O-formyl-epothilon A werden in 1 ml Dichlormethan gelöst, mit 2 ml (0.013 mol) 1,8-Diazabicyclo[5.4.0]undec-7-en (DBU) versetzt und 12 Stunden bei 90°C gerührt.

Zur Aufarbeitung wird das Reaktionsgemisch mit 1 M Natriumdihydrogenphosphat-Puffer pH 4.5 versetzt und die wässrige Phase viermal mit Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden mit gesättigter Natriumchlorid-Lösung gewaschen, über Natriumsulfat getrocknet und vom Lösungsmittel befreit.

Die Reinigung des aus zwei Verbindungen bestehenden Rohproduktes erfolgt mittels präparativer Schichtchromatographie (Laufmittel: Dichlormethan/Aceton, 90 : 10).

Ausbeute: 7 mg (15%).

Substanzcode

Rf (Dichlormethan/Aceton 90 : 10): 0.62.

IR (Film): ν = 2951 (m, br, Sch), 1723 (vs), 1644 (w, br, Sch), 1466 (w), 1377 (w), 1271 (m, br, Sch), 1179 (s), 987 (m, br, Sch), 735 (w, br, Sch) cm^{-1} .

UV (Methanol): λ_{max} (lg ϵ) = 210 (4.44) nm.

MS (20/70 ev): m/e (%) = 503 (68 $[M^+]$), 408 (56), 390 (32), 334 (25), 316 (34), 220 (21), 206 (27), 154 (20), 181 (33),

164 (100), 151 (34), 139 (26), 113 (20), 96 (82), 81 (33), 67 (24), 55 (26), 43 (22).

Hochauflösung: $C_{27}H_{37}O_6NS$

ber.: 503.2342 für $[M^+]$

gef.: 503.2303

Verbindung 6c

5 mg (0.009 mmol) 3,7-Di-O-acetyl-epothilon werden in 1 ml Methanol gelöst, mit 150 μ l einer ammoniakalischen Methanollösung (2 mmol NH_3 /ml Methanol) versetzt und über Nacht bei 50°C gerührt.

Zur Aufarbeitung wird das Lösungsmittel im Vakuum entfernt. Die Reinigung des Rohproduktes erfolgt mit Hilfe der präparativen Schichtchromatographie (Laufmittel: Toluol/Methanol, 90 : 10).

Ausbeute: 3 mg (57%).

Rf (Dichlormethan/Aceton 90 : 10): 0.55.

IR (Film): ν = 2934 (s, b, Sch), 1719 (vs, b, Sch), 1641 (m), 1460 (m, Sch), 1372 (s, Sch), 1237 (vs, b, Sch), 1179 (s, Sch), 1020 (s), 963 (s, Sch), 737 (vs) cm^{-1} .

UV (Methanol): λ_{max} (lg ϵ) = 210 (4.33) nm.

MS (20/70 ev): m/e (%) = 517 (57 $[M^+]$), 422 (56), 318 (31), 194 (20), 181 (34), 166 (100), 151 (31), 96 (96), 81 (32), 69 (27), 55 (29), 43 (69).

Hochauflösung: $C_{28}H_{39}O_6NS$

ber.: 517.2498 für $[M^+]$

gef.: 517.2492

Verbindung 7a

20 mg (0.041 mmol) Epothilon werden in 0.5 ml Methanol gelöst, mit 0.5 ml 1 N Natronlauge versetzt und 5 Minuten bei Raumtemperatur gerührt.

Zur Aufarbeitung wird das Reaktionsgemisch mit 1 M Phosphatpuffer pH 7 versetzt und die wässrige Phase viermal mit Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden mit gesättigter Natriumchlorid-Lösung gewaschen, über Natriumsulfat getrocknet und vom Lösungsmittel befreit. Die Reinigung des Rohproduktes erfolgt mit Hilfe der präparativen Schichtchromatographie (Laufmittel: Dichlormethan/Methanol, 85 : 15).

Ausbeute: 11 mg (52%).

Rf (Dichlormethan/Methanol 85 : 15): 0.92.

IR (Film): ν = 3438 (s, br, Sch), 2971 (vs, br, Sch), 1703 (vs), 1507 (m), 1460 (s, Sch), 1383 (m, Sch), 1254 (w), 1190 (w, br, Sch), 1011 (w, br, Sch), 866 (w, br), 729 (s) cm^{-1} .

MS (20/70 ev): m/e (%) = 423 (81 $[M^+]$), 323 (4), 168 (89), 140 (100), 85 (31), 57 (67).

Hochauflösung: $C_{23}H_{31}O_6NS$

ber.: 423.2443 für $[M^+]$

gef.: 423.2410

Verbindung 7b

5 mg (0.009 mmol) 7-O-Acetyl-epothilon werden in 1 ml Methanol gelöst, mit 200 μ l einer ammoniakalischen Methanollösung (2 mmol NH_3 /ml Methanol) versetzt und zwei Tage bei 50°C gerührt. Zur Aufarbeitung wird das Lösungsmittel im Vakuum entfernt. Die Reinigung des Rohproduktes erfolgt mit Hilfe der präparativen Schichtchromatographie (Laufmittel: Toluol/Methanol, 90 : 10).

Ausbeute: 3 mg (53%).

RI (Dichlormethan/Methanol 90 : 10): 0.63.

IR (Film): $\nu = 3441$ (m, b, Sch), 2946 (s, Sch), 1732 (vs), 1500 (w), 1451 (m), 1376 (m), 1246 (s, b, Sch), 1013 (m, b, Sch) cm^{-1} .

UV (Methanol): λ_{max} (lg ϵ) = 211 (3.75), 247 (3.59) nm.

MS (20/70 ev): m/e (%) = 567 (1 [M⁺]), 465 (4), 422 (7), 388 (5), 194 (5), 182 (7), 168 (65), 164 (17), 140 (100), 97 (10), 71 (22), 43 (27).

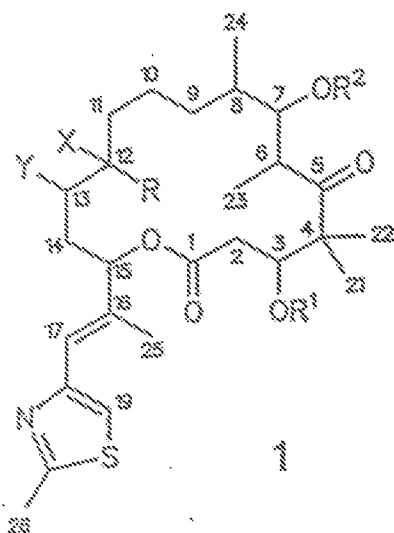
Hochauflösung: $\text{C}_{28}\text{H}_{40}\text{O}_8\text{NS}$

ber.: 567.2866 für [M⁺]

gef.: 567.2849

Patentansprüche

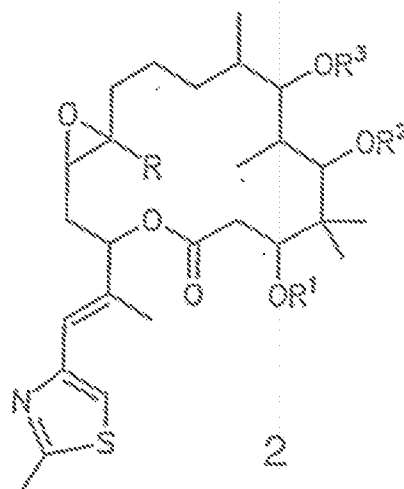
1. Epothilonderivat der Formel 1



wobei R = H, C₁- bis C₆-Alkyl; R¹, R² = H, C₁- bis C₆-Alkyl, C₁- bis C₆-Acyl-Benzoyl, C₁- bis C₆-Trialkylsilyl, Benzyl, Phenyl, C₁- bis C₆-Alkoxy-, C₆-Alkyl-, Hydroxy- und Halogensubstituiertes Benzyl bzw. Phenyl; und es sich bei den in den Resten enthaltenen Alkyl- bzw. Acylgruppen um geradkettige oder verzweigte Reste handelt, und X und Y entweder gleich oder verschieden sind und jeweils für Halogen, OH, O—(C₁- bis C₆)-Acyl, O—(C₁- bis C₆)-Alkyl, O—Benzoyl stehen.

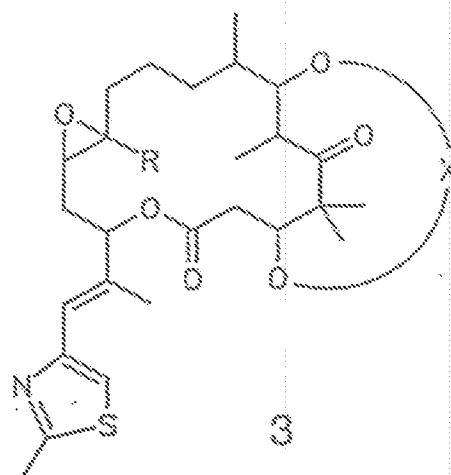
2. Epothilonderivat der Formel 2

12



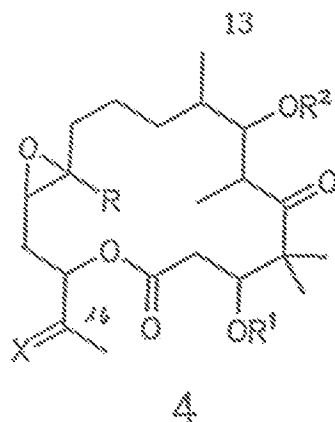
wobei R = H, C₁- bis C₆-Alkyl; R¹, R², R³ = H, C₁- bis C₆-Alkyl, C₁- bis C₆-Acyl-Benzoyl, C₁- bis C₆-Trialkylsilyl, Benzyl, Phenyl, C₁- bis C₆-Alkoxy-, C₆-Alkyl-, Hydroxy- und Halogensubstituiertes Benzyl bzw. Phenyl; und es sich bei den in den Resten enthaltenen Alkyl- bzw. Acylgruppen um geradkettige oder verzweigte Reste handelt.

3. Epothilonderivat der Formel 3



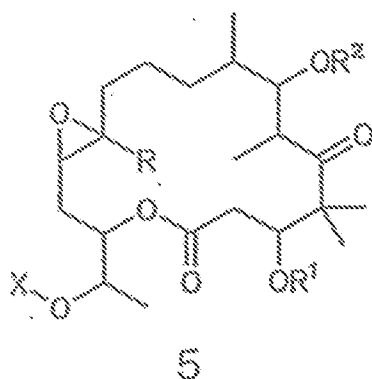
wobei R = H, C₁- bis C₆-Alkyl; R¹, R² = H, C₁- bis C₆-Alkyl, C₁- bis C₆-Acyl-Benzoyl, C₁- bis C₆-Trialkylsilyl, Benzyl, Phenyl, C₁- bis C₆-Alkoxy-, C₆-Alkyl-, Hydroxy- und Halogensubstituiertes Benzyl bzw. Phenyl; und es sich bei den in den Resten enthaltenen Alkyl- bzw. Acylgruppen um geradkettige oder verzweigte Reste handelt, und X allgemein für —C(O)—, —C(S)—, —S(O)—, —CR¹R²— und —SiR₂— steht, wobei R, R¹ und R² die Bedeutung hat wie oben angegeben.

4. Epothilonderivat der Formel 4



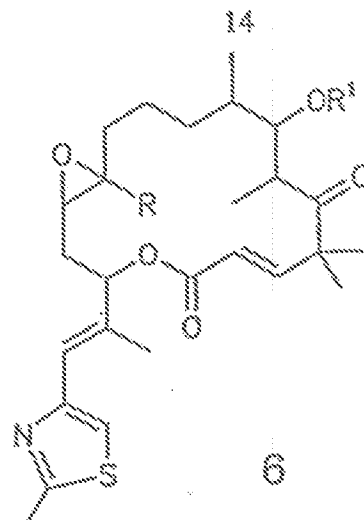
wobei R = H, C₁- bis C₆-Alkyl; R¹, R² = H, C₁- bis C₆-Alkyl, C₁- bis C₆-Acyl-Benzoyl, C₁- bis C₆-Trialkylsilyl, Benzyl, Phenyl, C₁- bis C₆-Alkoxy-, C₆-Alkyl-, Hydroxy- und Halogensubstituiertes Benzyl bzw. Phenyl; und es sich bei den in den Resten enthaltenen Alkyl- bzw. Acylgruppen um geradkettige oder verzweigte Reste handelt, X Sauerstoff, NOR³, N—NR⁴R⁵, und N—NHCONR⁴R⁵ bedeutet, wobei die Reste R³ bis R⁵ die oben angegebene Bedeutung haben.

5. Epothilonderivat der Formel 5



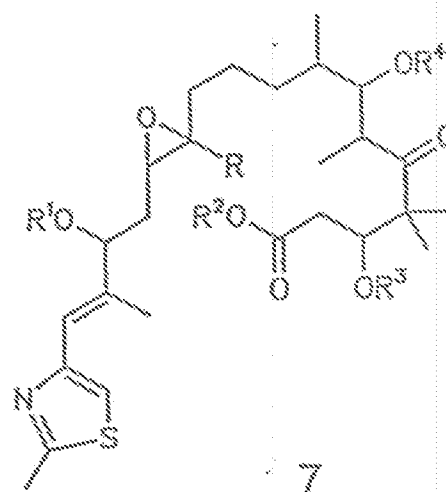
wobei R = H, C₁- bis C₆-Alkyl; R¹, R² = H, C₁- bis C₆-Alkyl, C₁- bis C₆-Acyl-Benzoyl, C₁- bis C₆-Trialkylsilyl, Benzyl, Phenyl, C₁- bis C₆-Alkoxy-, C₆-Alkyl-, Hydroxy- und Halogensubstituiertes Benzyl bzw. Phenyl; und es sich bei den in den Resten enthaltenen Alkyl- bzw. Acylgruppen um geradkettige oder verzweigte Reste handelt, und X Wasserstoff, C₁- bis C₁₈-Alkyl, C₁- bis C₁₈-Acyl, Benzyl, Benzoyl und Cinnamoyl bedeutet.

6. Epothilonderivat der Formel 6



wobei R = H, C₁- bis C₆-Alkyl und R¹ = H, C₁- bis C₆-Alkyl, C₁- bis C₆-Acyl-Benzoyl, C₁- bis C₆-Trialkylsilyl, Benzyl, Phenyl, C₁- bis C₆-Alkoxy-, C₆-Alkyl-, Hydroxy- und Halogensubstituiertes Benzyl bzw. Phenyl ist, und es sich bei den in den Resten enthaltenen Alkyl- bzw. Acylgruppen um geradkettige oder verzweigte Reste handelt.

7. Epothilonderivat der Formel 7



wobei R = H, C₁- bis C₆-Alkyl und R¹, R² = H, C₁- bis C₆-Alkyl, C₁- bis C₆-Acyl-Benzoyl, C₁- bis C₆-Trialkylsilyl, Benzyl, Phenyl, C₁- bis C₆-Alkoxy-, C₆-Alkyl-, Hydroxy- und Halogensubstituiertes Benzyl bzw. Phenyl; und es sich bei den in den Resten enthaltenen Alkyl- bzw. Acylgruppen um geradkettige oder verzweigte Reste handelt.

8. Mittel für den Pflanzenschutz in der Landwirtschaft und Forstwirtschaft und/oder im Gartenbau, bestehend aus einem oder mehreren der Verbindungen gemäß einem der vorangehenden Ansprüche oder einer oder mehreren dieser Verbindungen neben einem oder mehreren üblichen Träger(n) und/oder Verdünnungsmittel(n).

9. Therapeutisches Mittel, insbesondere zum Einsatz als Cytostatikum, bestehend aus einer oder mehreren der Verbindungen nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7 oder einer oder mehreren

rer der Verbindungen nach einem oder mehreren
der Ansprüche 1 bis 7 neben einem oder mehreren
üblichen Träger(n) und/oder Verdünnungsmittel
(n).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65